

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. H. Drexel

**DER EINFLUSS
VON FICHTENNADEL-TEILBÄDERN
AUF DEN WADENBLUTSTROM**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
WOLFGANG BALKOW
aus

München

1978

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr.-med. H. Drexel

DER EINFLUSS VON FICHTENNADEL-TEILBÄDERN
AUF DEN WADENBLUTSTROM

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Balkow

aus
München

1978

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der
Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr.med. H. Drexel

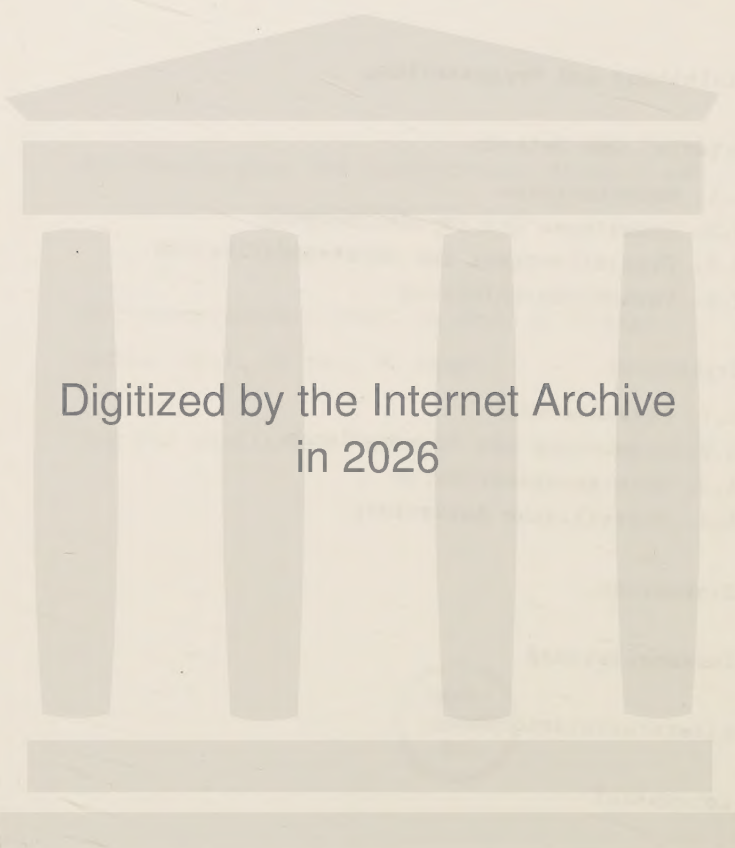
Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 1978



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Material und Methode	2
2.1. Meßprinzipien	2
2.2. Grundlagen der Impedanzmessung	3
2.3. Einstellvorgang und Gerätemodifikation	4
2.4. Versuchsdurchführung	6
3. Ergebnisse	8
3.1. Parameterwahl	8
3.2. Auswertung der Ausgangsdaten	16
3.3. Normierungsverfahren	18
3.4. Statistische Auswertung	18
4. Diskussion	25
5. Zusammenfassung	27
6. Literaturverzeichnis	29
7. Lebenslauf	



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552316_0038

DER EINFLUSS VON FICHTENNADEL-TEILBÄDERN

AUF DEN WADENBLUTSTROM

I. Einleitung und Fragestellung

Die Frage, ob und inwieweit sich die periphere Durchblutung durch Badezusätze steigern läßt, scheint offensichtlich bis heute nicht eindeutig geklärt zu sein.

Fichtennadelbadeöl oder Badeextrakt gehören zu den Badezusätzen, die weithin als durchblutungssteigernd propagiert und auch unter diesem Gesichtspunkt eingesetzt werden.

Es gibt keinen Zweifel darüber, daß die pharmakologische Wirkung der Badezusätze den aetherischen Ölen, den Terpenen, zugeschrieben wird. RÜMMELT, ZUBER, DIRNAGL, DREXEL (1) konnten bei Vollbädern mit Fichtennadel-Badeöl nachweisen, daß Terpene beim Baden durch die Haut in den Organismus gelangen und zwar in Konzentrationen, die als pharmakologisch wirksam angesehen werden dürfen. HENTSCHEL (2) weist bei Bädern mit Zusatz von Fichtennadelextrakt auf eine "deutliche periphere Durchblutungssteigerung" hin, ohne jedoch quantitative Angaben zu machen. HENNING (3) stellte ein Ansteigen der mittleren Hauttemperatur um mehr als 4 Grad C durch den Einfluß von Fichtennadelbädern fest und schloß daraus auf eine erhebliche Mehrdurchblutung.

Nachdem bei den Untersuchungen der zuletzt genannten Autoren nur ungenaue Angaben über den Grad der Mehrdurchblutung gemacht wurden, schien es angebracht, mit einer geeigneten Meßmethode die Wirkung von Fichtennadelbädern auf die periphere Durchblutung quantitativ zu untersuchen.

2. Material und Methode

2.1. Meßprinzipien

Zur Registrierung der Durchblutung an den Extremitäten sind die verschiedenartigsten Methoden entwickelt worden. So wurden unter anderem von FRANKLIN (4) Messungen mit Hilfe von Ultraschall unternommen, von ANDREES (5) und RAMON (6) die Farbverdünnung, von HENSEL (7) die Strömungscalorimetrie und von BETZ (8) und HILDEBRANDT (9) die Oszillographie angewandt, um Durchblutungsgrößen zu messen. LASSEN (10) schließlich unternahm Messungen mit radioaktiven Substanzen. In einer umfangreichen Arbeit untersuchte BEGER (11) die Anwendbarkeit dieser verschiedenen Methoden, Durchblutungsgrößen an den Extremitäten zu messen und kam zu dem Ergebnis, daß die Venenverschluß-Phlethysmographie als Impedanz-Phlethysmographie die zuverlässigsten Resultate liefert, sofern man die Gesamtdurchblutung einer Extremität, das heißt die Haut und Muskeldurchblutung messen möchte.

Gegenüber den genannten Verfahren hat die Venenverschluß-Phlethysmographie u.a. folgende Vorteile (BEGER 11):

1. Keine unmittelbare Veränderung des äußeren Milieus an der Meßstrecke durch irgendwelche Transmissionsmedien.
2. Große Linearitätsbereiche der Registrierung.
3. Quantitative Meßergebnisse.
4. Vielfältige Möglichkeiten in der Wahl der Meßstrecken.
5. Unabhängigkeit der Registrierung von Atemschwan-
kungen und Temperatureinflüssen.

Als Meßgerät wurde der Rheograph von DR. SCHUHFRIED (12), Wien, verwendet. Da es sich bei diesem Gerät im Prinzip um eine

Wheaston'sche Brücke handelt, die Leitfähigkeitsschwankungen infolge der pulsatorischen Durchblutung mißt, war es notwendig, das Gerät zu modifizieren für langsamere Volumenzunahmen. Bei der vorliegenden Frage kam es nicht auf die Gestalt der Puls-kurve, sondern darauf an, die Blutzunahme während mehrerer Systolen zu erfassen.

2.2. Grundlagen der Impedanzmessung

Unter Impedanz versteht man die vektorielle Summe der Ohm'schen, induktiven und kapazitativen Widerstände. Die Impedanz-Phlethysmographie mißt Durchblutungsänderungen der Extremitäten auf Grund von Volumenschwankungen mit Hilfe der elektrischen Gewebeleitfähigkeit. Verwendet werden hochfrequente Wechselströme (20 - 30 KHz), da sie keine Elektrolytdissoziationen hervorrufen, wie sie bei Gleichstrom auftreten würden. Niedrige Frequenzen würden die Zellpermeabilität verändern, zu Zellaktivität führen und damit das Meßergebnis verfälschen. Bei der impedanz-phlethysmographischen Durchblutungsmessung setzt man voraus, daß nach dem Venenverschluß durch eine Manschette das arterielle Blut zunächst unvermindert in das Meßgebiet einströmt, ein venöser Rückstrom aber unterbunden wird. In dieser Zeit wird sich also die Blutmenge im Meßgebiet erhöhen und dadurch eine Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit verursachen. Sie ist dem arteriellen Durchflußvolumen etwa proportional.

Der Rheograph von DR. SCHUHFRIED (12) ist in Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Medizin in Wien entwickelt worden. Als Doppelrheograph enthält er zwei Generatoren, Wheatstone'sche Brücken, nachgeschaltete Verstärkeranlagen und Gleichrichter. Durch geeignete Schaltungen wird die Meßfrequenz ausgesiebt und die physiologischen Widerstandsschwankungen auf ein Registriergerät übertragen.

In einem Zweig der Wheatstone'schen Brücke ist die Versuchsperson (VP) in einer bipolaren Elektrodenanordnung eingeschaltet. (s. Abb. 1.) In Serie dazu liegt ein regelbarer Widerstand, der einen Abgleich der Brücke entsprechend dem von Fall zu Fall wechselnden Grundwiderstand der VP gestattet, sodaß immer unter gleichen Brückenverhältnissen gearbeitet werden kann. Ebenfalls in Serie zur VP läßt sich mit Hilfe einer Eichtaste ein weiterer Ohm'scher Widerstand parallel schalten. Man erhält damit eine definierte Verkleinerung des Gesamtwiderstandes, die zur Kalibrierung dient. Die Eichskala umfaßt Widerstände von 0,005 Ohm, 0,01 Ohm, 0,5 Ohm und 1,0 Ohm. Der vom Generator an die Brücke gelieferte Strom hat eine Frequenz von 20 bis 30 Kilo-hertz und eine Stärke von 10 bis 20 Milliampère.

2.3. Einstellvorgang und Gerätemodifikationen

Durch einen stufenweise regelbaren Kapazitätsabgleich kann bei festem Brückenwiderstand eine Kapazität zugeschaltet werden, um die kapazitative Komponente des Haut- und Gewebswiderstandes zwischen den Elektroden in den Brückenabgleich mit einzubeziehen: Zunächst wird zum Abgleich der Brücke mit Hilfe eines Drehwiderstandes und eines Kapazitätsschalters eine Abgleich-taste gedrückt; nach optimaler Einstellung des magischen Auges wird die Abgleich-taste wieder losgelassen und damit die abgeglichene Brücke minimal verstimmt. Dieser konstante Brückenstrom kann jetzt durch Leitfähigkeitsschwankungen im Meßbereich moduliert werden und wird nach Verstärkung registriert.

Zur Erfassung von Volumenzunahmen über mehrere Sekunden war es nötig, die Zeitkonstante zu verlängern. Dies wurde erreicht durch Umgehung des Koppelkondensators und in Serie geschaltete 4,5 Volt Batterien in jede Brücke vor dem Verstärkereingang.

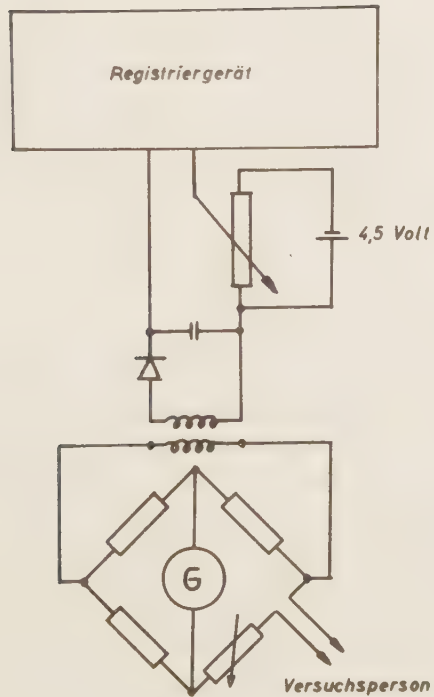


Abb. 1 Vereinfachte Darstellung eines modifizierten Kanals des Rheographen (DR. SCHUHFRIED). Die Abbildung verdeutlicht die Einspeisung des Gleichstroms und zeigt die Lage der VP in der Wheatstone'schen Brücke.

Mit Hilfe der Batterien war es möglich, einen einstellbaren Teil der vom Brückengleichrichter gelieferten Gleichspannung zu kompensieren, so daß die Registrierkurven unabhängig von der jeweiligen Verstärkung in den linearen Verstärkungsbereich des Registriergerätes verschoben werden konnten. Bei diesem so veränderten Rheographen trat die pulsatorische Komponente im Kurvenbild zugunsten der Registrierung der Gesamtleitfähigkeit stark zurück, sodaß zumindest während der ersten Pulsationen im Anschluß an eine Venenocclusion eine lineare Aufzeichnung erreicht wurde. (s. Abb. 3)

2.4. Versuchsdurchführung

Als Meßstrecken wurden ca. 25 cm lange Abstände am Unterschenkel gewählt. Sie wurden proximal und distal durch je eine Elektrode begrenzt. Die Elektroden bestanden aus 2 cm breiten Aluminiumfolien, die über Kontaktgel zirkulär angelegt und mit verstellbaren Gummibändern so fixiert wurden, daß eine Venenstauung vermieden wurde. Die 5 cm breiten Verschlußmanschetten wurden oberhalb des Kniegelenkes GRAF (13) mit einem möglichst kurz gehaltenen Schlauchsystem (Innendurchmesser mindestens 6 mm) mit einem Druckluftbehälter verbunden, der einen Rauminhalt von 50 Litern hatte. Dieser Druckluftbehälter wurde über ein Reduzierventil auf einen einstellbaren Druck von 70 mm Hg konstant gehalten. Mit Hilfe eines Schnellschlußventils war nun vom Druckluftbehälter her augenblicklich der vorgegebene Druck in den Venenverschlußmanschetten erreichbar. Ein im Nebenschluß liegendes Tonometer gab den Manschettendruck in mm Hg (1 mm Hg = 133,3 Pa) an.

Die Wahl der Schlauchverbindungen mit dem genannten Querschnitt und das Vermeiden unnötiger Längen und Abknickungen war unerläßliche Voraussetzung dafür, auswertbare Registrierkurven zu

erhalten. Ebenso wichtig war die Lagerung der Versuchsperson. Zu harte oder zu weiche Unterlagen verfälschen ebenfalls die Ergebnisse. Am besten bewährt haben sich Untersuchungsliegen. Die VP lag entspannt in Rückenlage mit je einer Nackenrolle unter Kopf und Füßen.

Die Versuche wurden 1971/72 im Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München in einem vollklimatisierten Raum durchgeführt. Die Raumtemperatur betrug 25°C , die relative Luftfeuchtigkeit 55 %. Insgesamt wurden an 7 VP 20 Meßreihen durchgeführt, an jeder VP mindestens zwei, um von jeder VP eine Meßreihe mit Badezusatz sowohl vom rechten, als auch vom linken Bein für die Auswertung zu besitzen.

Den Versuchen ging eine ca. 20 Minuten dauernde Ruhepause voraus, wobei die VP lag, um orthostatische Gefäßreaktionen abklingen zu lassen. Während dieser Zeit wurden die Elektroden und die Venenverschlußmanschetten angelegt und das Registriergerät geeicht. Eine Einzelmessung nahm folgenden Verlauf:

Nachdem sich eine gerade Grundlinie im Registriergerät eingestellt hatte, wurde eine plötzliche Venenocclusion hergestellt und die Volumenzunahme durch den ungehinderten arteriellen Einstrom als Leitfähigkeitszunahme registriert. Nach ca. 5 Sekunden wurde die Venensperre wieder gelöst. Fünf Minuten später wurde die nächste Messung durchgeführt. Dies ließ sich ablesen an der erneuten Wiedereinstellung der Grundlinie des Registriergerätes ohne Nachschwankungen durch den vorangegangenen Venenverschluß.

Im Anschluß an die Ermittlung der Bezugswerte wurden die zuführenden Kabel von den Elektroden gelöst und jedes Bein bis zum Knie in je ein Gefäß getaucht. In jedem dieser Gefäße befand sich Wasser von 37°C , eines davon enthielt Fichtennadelbadeöl im Verhältnis 1:500. Eine höhere Dosierung wurde wegen unange-

nehmer Hautreizungen nicht angewendet. (Vom Hersteller angegebene Dosierung 1 : 1000.)

Die Badedauer betrug 10 Minuten. Während dieser Zeit sank die Temperatur der Bademedien um maximal 1 Grad C. Nach Beendigung des Bades wurden die Beine vorsichtig abgetupft, die zuführenden Kabel wieder angeschlossen und der Abgleich im Rheographen überprüft und gegebenenfalls neu eingestellt. 10 Minuten nach Beendigung des Bades wurde nun die 1. Messung durchgeführt und dann im Verlauf der folgenden Stunde in fünf-minütigen Abständen 10 weitere Messungen. (s. Abb. 2 auf S. 9.) Während der Versuche lag die VP entspannt auf der Untersuchungsfläche und durfte keine Muskelkontraktionen in den unteren Extremitäten durchführen oder die Bauchpresse betätigen, wie das z.B. beim Husten oder Niesen unvermeidlich ist. Auch wurde daran gedacht, daß schon durch geringfügige psychische Alterationen Gefäßreaktionen ausgelöst werden können. Es wurden deshalb akustische und optische Reizquellen weitgehend ausgeschaltet.

3. Ergebnisse

3.1. Parameterwahl

Die Grundlinie ist definiert als die Verbindungslinie der Fußpunkte der pulsatorischen Oszillationen (Abb. 3). Ausgewertet wird die Neigung der Grundlinie für die Zeit der Venenocclusion. Als auswertbar gilt eine Kurve dann, wenn mindestens vier Pulsationen im Anschluß an den Beginn des Venenverschlusses mit ihren Fußpunkten eine Gerade bilden. Diese Gerade, die gemäß dem Meßprinzip immer nur in Richtung einer Widerstandsabnahme geneigt sein kann, bildet mit der Verlängerung der jeweiligen Grundlinie vor dem Venenverschluß einen Winkel, dessen Tangens bestimmt wird. Durch Division mit der Höhe der Eichzacke (in

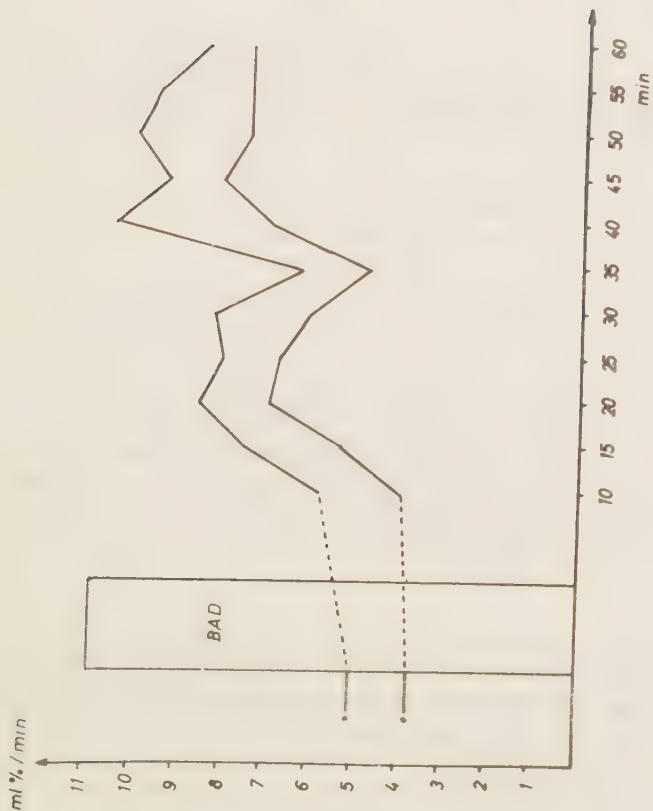


Abb. 2 Kurvenbeispiel eines Badeversuchs. Nach dem gemittelten Ausgangswert folgt das 10-minütige Bad. Nach weiteren 10 Minuten sind die Meßwerte in 5-minütigen Abständen aufgeführt. Die obere Kurve entspricht den B-Werten (ohne Zusatz), die untere Kurve den A-Werten (mit Zusatz).

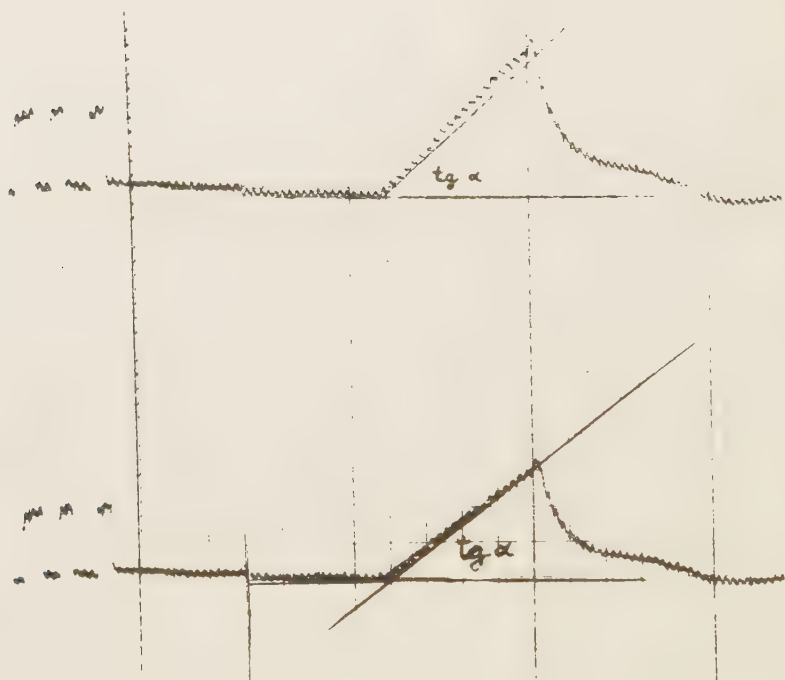


Abb. 3 Kurvenbeispiel mit Auswertung. Die Grundlinie erfaßt die Fußpunkte der pulsatorischen Oszillationen. Sie verläuft horizontal und steigt nach dem Venenverschluß an. Aus der Neigung wird der $\text{tg } \alpha$ bestimmt.

mm) wird der Tangens auf eine bestimmte Widerstandsänderung als Eichwert bezogen. Die Angabe der Durchblutungsänderung (in ml/100 ml Gewebe x sec) beruht auf der Beziehung:

$$\frac{\Delta R}{R} \bigg/ \Delta t = \frac{\Delta V}{V} \bigg/ \Delta t$$

die von SCHUHFRIED (12) für die Auswertung der Venenverschluß-phlethysmographie angegeben wurde. Somit ergab:

$$100 \times \frac{\Delta R}{R_0} = \text{Durchblutungsänderung in \% pro sec}$$

Durch Multiplikation mit 60 erhielt man die Durchblutungsänderung in \% pro Minute.

R_0 = Abgleichwiderstand der Brücke (Grundwiderstand)

$$\Delta \dot{R} = \frac{\text{Abgriffhöhe} \times \text{Eichwert} \times \text{Registriereschwindigkeit}}{\text{Abgrifflänge} \times \text{Eichausschlag}}$$

$$\text{wobei } \frac{\text{Abgriffhöhe}}{\text{Abgrifflänge}} = \text{tg } \alpha$$

Die verwendete Formel lautet also:

$$\Delta \dot{V} = \frac{100 \times 60 \times \text{Eich-Wert} \times \text{Registriereschw.}}{\text{Eichausschlag}} \times \text{tg } \alpha$$

Als Dimension ergibt sich: ml \% / min

Da Registriergeschwindigkeit, Eichwert und Eichausschlag während aller Versuche konstant gehalten wurden, war die Durchblutungsänderung lediglich abhängig von der Größe des $\text{tg } \alpha$. In einer Übersicht wurden die einzelnen Meßwerte in ml % / min dargestellt. (Tabelle 1)

Zur statistischen Auswertung wurden aus den fünf Bezugswerten vor dem Bad (s. Tabelle 1) ein Mittelwert gebildet, die elf Messungen nach dem Bad wurden zur Datenreduktion in folgender Weise in drei Phasen zusammengefaßt:

Phase 1	10. 15. 20. Minute
Phase 2	25. 30. 35. 40. Minute
Phase 3	45. 50. 55. 60. Minute

Von allen Versuchsreihen wurden unabhängig davon, ob die rechte oder linke Extremität mit Fichtennadelbadezusatz gebadet wurde, das mit Zusatz gebadete Bein als A und das nur in Wasser gebadete Bein als B in den Rechenvorgang eingeführt. Die Mittelwerte der Ausgangswerte und die gemittelten Werte der Phasen 1, 2, 3 sind, jeweils für A und B, in der Tabelle 2 dargestellt.

VP/Nr.	Ausgangswerte										Phase 1					Phase 2				Phase 3			
	Zeit in Minuten nach Bad:										10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
1/1	7,8	8,9	9,2	10,1	9,4	10,5	10,3	12,0	11,3	11,8	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,8	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
1/2	3,9	5,5	5,0	6,8	4,7	5,9	6,2	7,3	7,6	7,4	8,5	8,6	8,6	9,2	10,5	6,0	7,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
2/3	3,8	5,1	4,5	3,5	3,5	7,5	5,8	5,8	5,3	10,4	7,7	11,8	11,8	9,2	10,5	6,0	7,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
2/4	9,3	8,9	9,0	7,9	9,1	10,0	10,6	12,3	11,6	14,6	13,6	19,5	19,5	12,0	17,0	10,7	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
3/1	3,8	3,5	4,6	4,0	4,6	4,0	5,3	7,0	6,8	6,1	4,8	7,0	7,0	8,1	8,3	6,4	10,5	9,4	10,1	9,6	8,5	8,5	8,5
3/2	5,0	4,7	4,7	5,8	5,9	5,9	7,6	8,6	8,1	8,3	9,7	7,8	7,8	6,8	7,3	9,1	7,4	7,9	9,4	5,6	6,0	6,0	6,0
3/3	5,7	5,1	4,4	6,1	6,1	6,0	4,8	6,6	5,5	5,3	9,1	7,4	7,4	5,5	5,3	9,1	7,4	7,9	9,4	5,6	6,0	6,0	6,0
3/4	5,0	5,3	3,9	4,2	4,7	4,7	4,3	7,3	10,8	11,2	12,5	12,1	12,1	13,1	12,9	15,4	14,2	12,9	16,1	15,5	12,4	12,4	12,4
4/1	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	11,8	12,8	11,7	13,1	12,9	15,4	14,2	14,2	16,5	17,0	18,1	12,4	16,6	24,1	23,0	19,4	19,4	19,4
4/2	10,5	8,6	8,9	9,1	8,8	10,7	12,2	11,2	14,9	14,0	10,2	7,4	7,4	14,9	14,0	10,2	7,4	14,9	14,0	10,2	7,4	7,4	7,4
4/3	10,6	11,5	8,6	9,0	9,6	9,6	9,3	10,1	16,1	16,1	30,3	20,1	20,1	16,1	16,1	30,3	20,1	30,3	20,1	30,3	20,1	30,3	20,1
4/4	4,9	6,1	4,9	5,6	5,1	15,6	17,1	16,1	13,1	18,9	20,2	16,9	16,9	13,1	18,9	20,2	16,9	20,1	21,7	10,7	21,7	21,7	21,7
5/1	13,9	13,9	16,3	14,8	12,0	13,0	13,1	13,6	10,3	10,3	15,0	15,0	15,0	10,3	10,3	15,0	15,0	10,3	12,0	14,2	14,2	14,2	14,2
5/2	8,2	7,5	11,3	9,2	10,3	7,1	8,9	9,3	16,5	17,7	21,4	1,1	1,1	16,5	17,7	21,4	1,1	14,6	1,7	22,9	2,1	2,1	2,1
6/1	6,3	5,7	6,8	5,6	6,8	10,2	12,6	12,9	7,8	7,9	8,3	5,5	5,5	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	6,3	8,0	8,0	8,0
6/2	11,1	10,3	11,8	8,7	12,1	6,1	7,0	8,1	4,7	4,7	4,8	4,1	4,1	4,7	4,7	4,8	4,1	4,2	3,8	4,6	6,1	6,1	6,1
6/3	3,3	3,8	3,8	3,5	3,8	4,1	5,4	4,8	11,1	11,6	6,8	6,8	6,8	11,1	11,6	6,8	6,8	11,2	1,1	6,5	11,1	11,1	11,1
6/4	2,4	3,8	3,0	2,7	2,9	7,8	9,4	8,2	16,3	14,8	8,6	15,0	15,0	16,3	14,8	8,6	15,0	9,4	10,3	9,0	15,5	15,5	15,5
7/1	3,1	4,9	6,3	4,6	6,3	17,8	11,6	7,1															
7/2	5,3	6,5	6,9	7,7	7,5																		

Fortsetzung S. 14

5/3	5,2	5,1	5,5	5,1	5,7	10,2	8,4	8,3	8,2	10,8	6,9	7,8	7,5	7,2	7,3	6,7
5/4	3,2	2,9	3,0	2,6	3,5	4,2	3,8	4,5	4,5	4,8	3,6	5,0	4,6	5,4	3,8	4,7
	4,4	3,9	4,5	5,2	5,0	8,9	9,0	8,3	8,7	7,6	11,0	7,8	5,7	7,6	7,1	7,6
5/5	7,0	6,6	7,1	8,7	8,8	15,0	15,9	15,4	11,5	11,6	17,0	13,6	10,8	15,2	12,2	11,2
	4,8	4,3	4,3	5,2	5,6	4,6	5,8	4,5	5,8	6,0	7,5	5,7	6,9	6,3	7,6	6,5
	6,6	6,0	5,9	6,8	7,0	9,5	9,6	8,8	9,5	9,1	11,0	8,3	11,0	11,3	12,2	10,9
5/6	3,4	3,5	3,9	5,3	3,7	2,8	3,4	4,5	2,6	3,9	3,0	4,2	3,3	3,4	3,4	3,0
	2,8	2,9	3,5	3,8	3,5	2,7	3,0	4,1	2,6	3,5	2,8	2,6	2,7	2,9	2,6	3,4
8/1	3,1	3,0	3,7	3,7	3,0	2,0	2,1	2,3	2,0	2,1	2,5	2,5	2,9	3,2	3,1	3,8
	3,3	2,9	3,6	4,2	3,0	2,7	2,8	3,2	2,7	2,8	2,6	2,9	3,2	4,0	3,1	3,3
8/2	3,4	4,3	3,7	3,8	5,3	4,8	3,8	4,3	6,0	7,3	7,1	7,0	4,4	7,3	7,6	7,5
	4,0	4,7	4,4	4,5	5,7	6,3	6,3	6,6	10,2	10,1	1,2	7,2	5,8	7,1	5,3	6,6
9/1	2,5	3,7	2,8	3,1	3,8	3,0	4,9	3,2	3,4	3,2	2,7	3,4	4,5	5,6	3,6	2,0
	4,0	3,3	3,6	3,5	4,2	4,2	4,6	5,0	5,7	7,0	5,5	5,8	7,2	5,8	7,1	4,1
9/2	5,5	5,2	6,4	6,6	6,3	11,9	7,2	7,3	6,0	6,5	7,0	6,2	5,8	6,5	7,5	6,0
	4,0	3,5	4,5	6,0	4,3	10,9	6,1	8,3	9,3	5,7	6,2	6,0	7,0	6,4	4,1	2,0
10/1	6,2	6,1	6,2	6,8	7,2	13,5	13,1	13,0	10,5	12,0	13,9	14,1	13,7	16,1	16,2	14,4
	7,5	7,2	6,8	7,4	8,0	16,3	12,7	16,3	18,0	12,7	15,5	15,7	13,3	15,5	18,0	14,7
10/2	9,5	10,3	11,0	12,7	13,5	20,6	20,1	20,6	23,4	23,2	27,2	25,6	26,7	20,2	25,9	25,1
	8,1	10,7	8,7	9,4	9,4	15,2	15,4	17,8	16,9	17,6	22,0	20,0	21,8	18,0	22,5	21,6

Tabelle 1 : Darstellung der Änderung der Durchblutungsgröße (ml/min/100 ml Gewebe)

Von jeder VP obere Zeile mit Zusatz, untere Zeile ohne Zusatz gemessen.

VP/Nr.	A				B			
	AW	Ph1	Ph2	Ph3	AW	Ph1	Ph2	Ph3
1/1	9,0	10,9	12,2	13,8	5,1	6,4	8,0	13,1
1/2	4,1	6,4	8,8	8,3	8,8	10,9	14,8	13,1
2/3	4,1	5,4	6,2	7,6	5,2	7,4	8,3	9,1
2/4	5,4	5,8	7,9	7,7	4,6	5,4	6,8	7,1
3/1	6,0	12,1	11,6	13,1	9,1	11,3	13,9	14,1
3/2	9,8	15,9	16,0	20,7	5,3	8,1	11,6	12,1
3/3	14,1	16,2	25,3	30,0	9,3	13,2	17,2	20,1
3/4	6,2	8,4	12,2	12,8	10,8	11,9	18,5	19,1
5/1	3,6	7,0	8,1	7,1	2,9	4,7	4,6	4,1
5/2	5,3	8,4	10,1	8,9	7,9	12,1	13,6	11,1
5/3	5,3	8,9	8,4	7,2	3,0	4,1	4,4	4,1
5/4	4,6	8,7	8,7	7,1	7,6	15,4	13,4	13,1
5/5	4,8	4,9	6,2	7,0	6,4	9,3	9,4	11,1
5/6	3,9	3,5	3,4	3,4	3,3	3,2	2,8	2,1
8/1	3,3	2,1	2,2	3,2	3,4	2,9	2,7	3,1
8/2	4,1	4,3	7,5	7,0	4,6	6,4	8,9	7,1
9/1	3,1	3,7	3,1	3,7	3,7	4,6	6,0	5,1
9/2	6,0	8,8	6,9	6,6	4,4	8,4	6,8	4,1
10/1	6,5	13,8	14,3	14,7	7,3	15,1	15,4	15,1
10/2	11,4	20,4	24,8	24,4	9,2	16,1	19,2	21,1

Tabelle 2

Darstellung der Mittelwerte des Ausgangswertes (AW) [ml % / min] und die gemittelten Werte der Phase 1, 2, 3 (1, 2, 3,) [ml % / min]

A = Bad mit Zusatz B = Bad ohne Zusatz

VP/Nr. = Nr. der Versuchsperson / Nr. des Versuchs dieser VP.

3.2. Auswertung der Ausgangsdaten

Zunächst fällt auf, daß die interindividuellen Ausgangswerte bis zum Faktor 4, 5 differieren: der niedrigste gemessene Wert beträgt 3,1 ml % / min, der höchste 14,1 ml % / min. Die interindividuellen Ausgangswerte einer Versuchsperson bei einer zweiten oder weiteren Messung weisen aber nur geringe Unterschiede auf. Durch einfache Subtraktion der ermittelten Werte $A - B$, wie in Tabelle 3 dargestellt, konnte nicht geklärt werden, ob der Durchblutungsanstieg in den mit Zusatz gebadeten Beinen höher lag als in den ohne Zusatz gebadeten. Es war daher notwendig, Rechenmethoden anzuwenden, die trotz der stark differierenden Ausgangswerte Aufschluß über einen möglichen Durchblutungsanstieg geben konnten.

VP/Nr.	AW	Ph1	Ph2	Ph3
1/1	3,9	4,3	4,2	- 0,1
1/2	- 4,7	- 4,5	- 6,0	- 4,9
2/3	- 1,1	- 2,0	- 2,1	- 1,8
2/4	0,8	0,4	1,1	0,5
3/1	- 3,1	0,8	- 2,3	- 1,1
3/2	4,5	7,8	4,4	8,2
3/3	4,8	3,0	12,1	9,4
3/4	- 4,6	- 3,5	- 6,3	- 6,8
5/1	0,7	2,3	3,5	2,5
5/2	- 2,6	- 3,7	- 3,5	- 2,1
5/3	2,3	4,8	4,0	2,6
5/4	- 3,0	- 6,7	- 4,7	- 6,2
5/5	- 1,6	- 4,4	- 3,2	- 4,5
5/6	0,6	0,3	0,6	0,5
8/1	- 0,1	- 0,8	- 0,5	- 0,2
8/2	- 0,5	- 2,1	- 1,4	- 0,3
9/1	- 0,6	- 0,7	- 2,9	- 2,2
9/2	1,6	0,4	0,1	1,8
10/1	- 0,8	- 1,3	- 1,1	- 0,6
10/2	2,2	4,3	5,6	3,1

Tabelle 3

Darstellung der Differenz der Mittelwerte A - B (ml % / min)
aus Tabelle 2

VP/Nr. = Nr. der Versuchsperson / Nr. des Versuchs dieser VP.

3.3. Normierungsverfahren

Zunächst bot sich ein Normierungsmodus an, der in ähnlicher Form häufig z.B. von HILDEBRANDT (14) benutzt wird. Setzte man den jeweilig gemittelten Ausgangswert gleich 100 %, so ergaben sich prozentuale Angaben der Durchblutungssteigerung, (Tabelle 4). Subtrahiert man nun die Prozentzahlen der Mittelwerte der einzelnen Phasen

A - B

voneinander, so ergeben sich in den Phasen 1 und 2 Steigerungen von 0,1 und 0,6 %, in der Phase 3 eine Minderdurchblutung von 2,8 %. Auch diese Werte lassen sich aus Tabelle 4 ableiten.

3.4. Statistische Auswertung

Um den Einfluß der bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlichen Ausgangswerte (vor dem Bad) zu berücksichtigen, wurde eine einfache lineare Regressionsgleichung zwischen den Ausgangswerten und den Meßwerten der Phasen 1, 2 bzw. 3 berechnet. Die daraus resultierenden Residuen, d.h. die Abweichungen von der Regressionsgeraden, enthalten neben den Zufallsstreuungen noch den Effekt der Bebadung, der sich nach dem Bad noch in der 1., 2. bzw. 3. Phase auswirkt. Die Regressionsgeraden sind in den (Abbildungen 4, 5, 6) dargestellt, die Mittelwerte u. Streuung der gemittelten Ausgangswerte und der gemittelten Residuen in Tab. 7 auf S. 25.

Zur Berechnung der Signifikanz kamen zwei Rechenmethoden zur Anwendung:

Rechenmethode 1

Die mit Badezusatz und ohne Badezusatz erhaltenen Residuen wurden separat gemittelt, jeweils für die Phase 1, 2, 3 (Tabelle 5 S.23).

VP/Nr.	A			B		
	Ph1	Ph2	Ph3	Ph1	Ph2	Ph3
1/1	121	135	153	125	156	272
1/2	156	214	202	123	168	150
2/3	131	151	185	142	159	180
2/4	107	146	142	117	147	156
3/1	201	193	218	124	152	156
3/2	162	163	211	152	218	235
3/3	114	179	212	141	184	221
3/4	135	196	206	110	171	181
5/1	194	225	197	162	158	158
5/2	158	190	167	153	172	139
5/3	168	158	136	136	146	153
5/4	189	189	154	202	176	175
5/5	102	129	145	145	146	179
8/1	063	066	096	085	079	100
8/2	104	182	170	139	193	158
9/1	119	100	119	124	162	159
9/2	146	115	110	190	154	109
10/1	212	220	226	206	210	209
10/2	178	217	214	175	208	229
Summe	2849	3255	3350	2847	3243	3406
: / n	142,4	162,7	167,5	142,3	162,1	170,3

Tabelle 4

Darstellung der Prozentzahlen der Durchblutungssteigerung bezogen auf den Ausgangswert = 100 %. In der letzten Zeile sind die Mittelwerte angegeben.

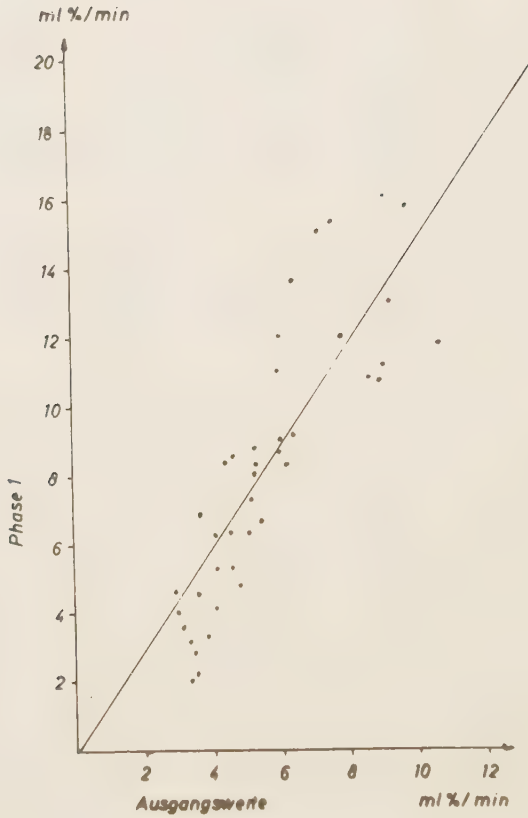


Abb. 4 Verlaufskurve der gemittelten Werte aus Phase 1 in Bezug zu den gemittelten Ausgangswerten.

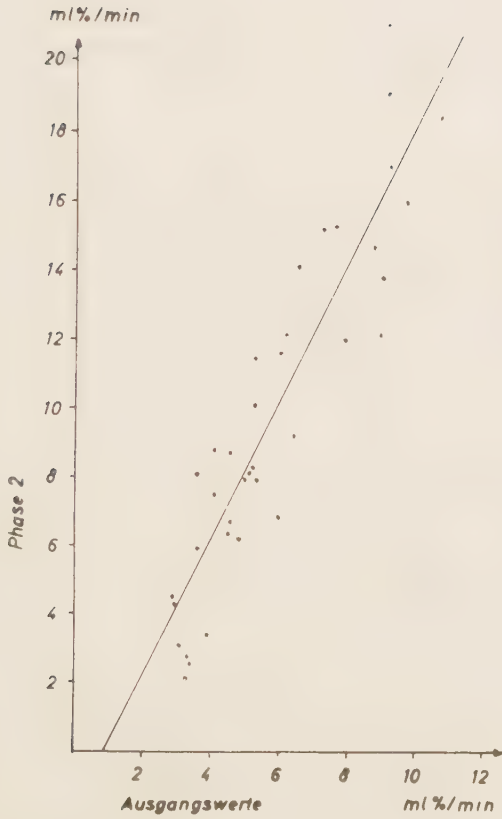


Abb. 5 Verlaufskurve der gemittelten Werte aus Phase 2 in Bezug zu den gemittelten Ausgangswerten.

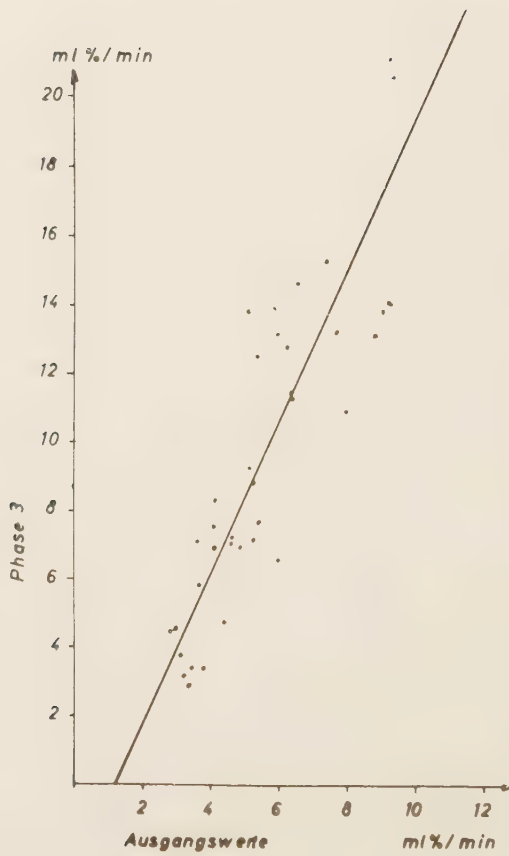


Abb. 6 Verlaufskurve der gemittelten Werte aus Phase 3 in Bezug zu den gemittelten Ausgangswerten.

Mit Hilfe des t-Testes nach Student wurde geprüft, mit welcher Irrtumswahrscheinlichkeit für die einzelnen Phasen die aufgetretenen Mittelwertsunterschiede für die Behandlung mit bzw. ohne Badezusatz rein zufällig aufgetreten wären. Bei dieser Rechenmethode werden allerdings eventuelle personengebundene Einflüsse auf die Meßwerte nicht berücksichtigt. Daher wurden auch die folgenden Paarvergleiche durchgeführt.

Rechenmethode 2

Für jede Person wurde die Differenz zwischen den Residuen "mit / ohne Badezusatz" gebildet. Anschließend wurde das Mittel dieser individuellen Bademittelleffekte errechnet. So ergaben sich drei Werte, (Phase 1, 2, 3) und mit Hilfe des t-Testes nach Student wurde jeweils geprüft, ob sich diese Werte von Null unterschieden.

Rechenmethode 1

Die Berechnung wurde nach folgender Formel durchgeführt:

$$t = \frac{\bar{m}_A - \bar{m}_B}{S} \quad S = \sqrt{\frac{\text{Var}_A}{n_A} + \frac{\text{Var}_B}{n_B}}$$

$$n_1 = n_2 = 20 \quad m_i = \frac{\sum_{k=1}^{20} x_{ki}}{20} \quad i = A, B$$

Var = Streuungswert

	<u>t-Wert</u>	<u>p-Wert</u>
(A-Wert) ./ (B-Wert): Phase 1	0,057	> 0,05
(A-Wert) ./ (B-Wert): Phase 2	0,013	> 0,05
(A-Wert) ./ (B-Wert): Phase 3	0,160	> 0,05

Tabelle 5: Ergebnisse nach Methode 1

Rechenmethode 2

$$t = \frac{m}{\sqrt{\frac{\text{Var}}{n}}}$$

$$m = \frac{\sum_{k=1}^{20} (x_{kA} - x_{kB})}{20}$$

	t-Wert	p-Wert
Phase 1	0,080	> 0,05
Phase 2	0,017	> 0,05
Phase 3	0,160	> 0,05

Tabelle 6: Ergebnisse nach Methode 2

Bei beiden Rechenmethoden ergaben sich p-Werte von 0,05, d.h. die Effekte der Phasen 1, 2, 3 lagen nicht signifikant höher als die entsprechenden Werte der Vergleichsgruppen. Es zeigte sich zwar infolge des Bades ein signifikanter Durchblutungsanstieg, der seinen Gipfel in der 2. Phase, also zwischen der 25. und 40. Minute erreichte, eine Mehrdurchblutung auf Grund des Badezusatzes ließ sich mit diesem Verfahren statistisch jedoch nicht nachweisen.

<u>Mittelwerte</u>	(ml % / min)	<u>Streuung</u>
--------------------	--------------	-----------------

Gruppe A (n = 20)

Ausgangswert	6,063	0,651
Residuen Phase 1	0,019	0,531
Residuen Phase 2	0,004	0,510
Residuen Phase 3	0,056	0,458

Gruppe B (n = 20)

Ausgangswert	6,132	0,552
Residuen Phase 1	- 0,019	0,464
Residuen Phase 2	- 0,004	0,345
Residuen Phase 3	- 0,056	0,560

Tabelle 7

Mittelwerte und Streuung der gemittelten Ausgangswerte und der gemittelten Residuen nach dem Bad.

A = mit Badezusatz B = ohne Badezusatz

4. Diskussion

Aufgabe vorliegender Untersuchung war es festzustellen, ob und in welchem Ausmaß die Wirkstoffe des Fichtennadelbadezusatzes, die Terpene, eine quantitativ meßbare Durchblutungssteigerung in den Extremitäten verursachen.

Es galt, eine Methode anzuwenden, die kontinuierlich über einen Zeitraum von mindestens 60 Minuten quantitative Meßergebnisse lieferte. Ferner wurde erwartet, daß die Methode eine so hohe Meßgenauigkeit besaß, daß Durchblutungssteigerungen, wie sie von durchblutungssteigernden Mitteln verursacht werden, auch als solche registriert werden können. Die Impedanzphlethysmo-

graphie erfüllt sicher alle diese Anforderungen.

Auch HACKEL (15) bediente sich dieser Methode. Er konnte nachweisen, daß Teilbäder mit Hoevenol (Roßkastanienextrakt) eine signifikante Durchblutungssteigerung verursachten, während Vergleichsbäder mit Wasser gleicher Temperatur diesen Effekt nicht zeigten. War nun durch (HACKEL 15) die durchblutungsfördernde Wirkung von Hoevenol - Teilbädern erwiesen, wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, die vorherrschende Meinung, Fichtennadel-Bäder steigern die periphere Durchblutung, durch quantitative Meßergebnisse zu erhärten.

Um den Bademittleffekt möglichst klar herauszustellen, wurde die doppelte Menge der vom Hersteller angegebene Dosierung angewendet. HESSE (16) bezweifelt nämlich die Wirksamkeit der Badezusätze in der üblichen Dosierung.

Es wurde bewußt darauf verzichtet, beide Beine gleichzeitig mit Badezusatz und zu einem späteren Zeitpunkt beide Beine ohne Badezusatz zu baden und die Meßergebnisse miteinander in Bezug zu setzen, da der zeitliche Abstand dann sehr groß sein müßte. Noch 24 Stunden nach einem Bad wurden Terpene in der Ausatemluft festgestellt RÖMMELT (1). Würde man Vergleichsbäder erst nach mehreren Tagen durchführen, um sicher zu sein, daß sich kein Wirkstoff mehr im Organismus befindet, müßte man damit rechnen, auf eine völlig veränderte psycho-vegetative Reaktionslage der Versuchsperson zu treffen, die dann einen möglichen Bademittleffekt aufheben oder verstärken würde. Vergleichbare Meßergebnisse wären also auf diesem Wege nicht zu erzielen.

Die Ergebnisse vorstehender Untersuchungen ergaben zwar eine signifikante Durchblutungssteigerung sowohl der mit als auch der ohne Zusatz gebadeten Extremitäten, die nach dem Normierungsmodus HILDEBRANDT (14) Werte von über 200 % erreichte, es

ließ sich jedoch keine signifikante re/li Differenz der Durchblutungszunahme infolge des Badezusatzes aufzeigen.

Die registrierte Durchblutungssteigerung dürfte zu einem großen Teil thermischer Natur sein. Darüber hinaus ist bei der angewandten Versuchsdurchführung nicht auszuschließen, daß es bei dem gleichzeitig in Wasser gebadeten Bein zu einer konsensuellen Reaktion kommt. Es liegt also durchaus im Bereich der Möglichkeiten, daß Fichtennadelbäder eine durchblutungsfördernde Wirkung besitzen, eine exakte quantitative Angabe über die durch Bademittelzusatz erzielte Mehrdurchblutung dürfte aber weder mit der Venenverschlußphlethysmographie noch mit noch zu entwickelnden Meßeinrichtungen zu erfassen sein, da große Streubreiten bei den zu untersuchenden Personen vorliegen, wie oben bereits angeführt, und zwar in einer Größenordnung, wie sie von durchblutungsfördernden Mitteln nicht erwartet werden kann.

5. Zusammenfassung

An fünf weiblichen und zwei männlichen Probanden im Alter zwischen 18 und 35 Jahren wurden in 20 Versuchen mit Hilfe der Venenverschlußphlethysmographie als Impedanzphlethysmographie Durchblutungsmessungen an einem Unterschenkel vor und nach Fichtennadelextrakt-Teilbädern vorgenommen und zu gleichzeitig durchgeführten Warmwasser-Teilbädern gleicher Temperatur am anderen Unterschenkel in Beziehung gesetzt. Durchgeführt wurden die Messungen in einem voll klimatisierten Raum mit dem Doppelrheographen von Dr. SCHUHFRIED, Wien, der für diese Aufgabe modifiziert wurde.

Zur Erlangung auswertbarer Registrierkurven waren zahlreiche Vorversuche notwendig, in denen vor allem der optimale Man-

schettendruck ermittelt wurde. Ferner war es äußerst wichtig, den Manschettendruck möglichst rasch zu erreichen, die günstigste Lagerung der VP und die elektrisch und mechanisch einwandfreie Funktion der Elektroden zu erzielen.

Die erhaltenen Meßdaten wurden zunächst in Anlehnung an den Normierungsmodus HILDEBRANDT untersucht. Es wurde weiterhin in zwei Rechenmethoden eine statistische Auswertung durchgeführt und auf Signifikanz geprüft.

Es ließ sich eine deutliche Durchblutungssteigerung in beiden Extremitäten registrieren, die bis zu 200 % über jenem Wert lag, der vor dem Bad ermittelt wurde. Eine signifikante Mehrdurchblutung der mit Zusatz gebadeten Beine gegenüber den ohne Zusatz gebadeten Beinen ließ sich mit dieser Methode jedoch nicht nachweisen. Die registrierte Mehrdurchblutung wird auf einen rein thermischen Effekt zurückgeführt.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- 1) RÖMMELT, H.
ZUBER, A.
DIRNAGL, K.
DREXEL, H.: Zur Resorption von Terpenen aus Badezusätzen. Münchener Mediz. Wochenschrift, Nr. 11 S. 537-540 (1974)
- 2) HENTSCHEL, HD.: Wirkung und Anwendung pflanzlicher Badeextrakte. Fortschritte der Medizin. S. 75 u. 104 (1957)
- 3) HENNIG, E.: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Bädern und Badezusätzen mittels Hauttemperaturmessungen.
Therapie der Gegenwart, 90, S. 104 (1951)
- 4) FRANKLIN,
SCHLEGEL,
RUSHMER: Blood flow measured by Doppler Frequency of back scattered ultrasound. Science, Vol. 134, No. 3478, S. 564-565 (1961)
- 5) ANDREES,
ZIERLER,
u.a.: Measurement of blood flow and volume in the forearm of man; with notes on the theory of indicator-dilution and on production of turbulence hemolysis by intravascular injection. J. Clin. Investigation, 33:483 (1954)
- 6) RAMON,
SMITH,
HECHT: Arterial blood flow patterns in human subjects and their effect on indicator dilution curves from various arterial sites. The Journal of Clin. Investigation, Vol. 39, No. 9, S. 1413-23 (1960)
- 7) HENSEL, H.: Kritische Betrachtungen zur Messung der Hautdurchblutung mit thermischen Methoden. Klin. Wschr. 34, S. 1273 (1956)

- 8) BETZ,
PROLL: Veränderungen elektrooszillographischer Ausschlaghöhen und deren Bedeutung. *Cardiologia* Vol. 30, No. 1, S. 27 (1957)
- 9) HILDEBRANDT, G.
HANKE: Zur Bewertung der Oszillographie nach Ge-
senius und Keller. *Ärztl. Wschr.* 9. Jahrgang, Heft 41 (1954)
- 10) LASSEN,
LINDBERG,
DAHN: Validity of the Xenon ¹³¹-Method for
measurement of Muscle Blood Flow
evaluated by simultaneous Venous
Occlusion Phlethysmography.
Circulation Research, Vol. XIV, (1965)
- 11) BEGER, E.: Die rheographische Venenverschluß-
phlethysmographie als Registriermethode
für Durchblutungsänderungen der Extre-
mitäten bei einigen hydrotherapeutischen
Anwendungen.
Med. Dissert. Univ. München (1967)
- 12) KAINDL,
POLZER,
SCHUHFRIED: Venenverschlußphlethysmographie. *Wiener
Klin. Wschr.* 76 Jahrgang (1964)
- 13) GRAF: Größe und Reagibilität der Extremitäten-
durchblutung bei vasoregulatorischer
Asthenie. Mit einer Untersuchung über die
Methode der venösen Occlusions-Phlethys-
mographie als Verfahren zur quantitativen
Messung der Extremitätendurchblutung.
Acta universitatis Upsaliensis 27 (1966)
- 14) HILDEBRANDT, G.: Chronobiologische Grundlagen der Lei-
stungsfähigkeit u. Chronohygiene in: Hil-
debrandt, G. (Hrsg.): *Biologische Rythmen
und Arbeit*, Wien, New York (1976)

- 15) HACKEL: Der Einfluß von Teilbädern mit Roßkastanienextrakt-Zusatz (Hovenol) auf den Wadenblutstrom und die Nierenhämodynamik. Phys. Ther. (1970)
- 16) HESSE, E.: Bäder mit einigen Pflanzenextrakten und deren aetherischen Ölen. Der Deutsche Badebetrieb, Heft 5 (1966)
- 17) DEGENHARDT, I.: Der Einfluß indifferenten Bäder verschiedener chemischer Zusammensetzung auf die integrale (mittlere) Hauttemperatur. Med. Dissert. Univer. Hamburg (1968)

7. Lebenslauf

Als Sohn des Arztes Dr. med. Erwin Balkow und seiner Ehefrau Barbara, geb. Köster, wurde ich am 25.1.1935 in Berlin-Charlottenburg geboren.

Nach der Flucht siedelte sich meine Familie im Jahre 1946 in Bad Schwartau an, wo ich 1956 am Staatlichen Gymnasium das Abitur bestand.

Nach einem Praktikum studierte ich an der Technischen Hochschule in Braunschweig zunächst Maschinenbau. 1964 bestand ich an der Universität Erlangen die Ärztliche Vorprüfung und setzte mein Studium in Düsseldorf, Kiel und Lübeck fort. In Lübeck bestand ich im März 1970 das Staatsexamen.

Als Medizinalassistent war ich im Krankenhaus für Naturheilweisen, in der Gynäkologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses in München-Harlaching und in der Chirurgischen Privatklinik Dr. Zimmermann in München tätig.

Nach der Approbation führte ich eine experimentelle Dissertationsarbeit am Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München durch. Ab Juli 1972 folgte Assistenzarzt-Tätigkeit im Krankenhaus für Naturheilweisen in München-Harlaching, ab Mai 1974 in der Privatklinik Feldafing auf der Phlebologischen Abteilung. Dort bin ich auch heute noch tätig.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. med H. Drexel besonders herzlich danken für die Überlassung des Themas sowie für seine Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Gleichzeitig danke ich Herrn Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. H. Pratzel und Herrn Dr. rer. physiol. Dipl.-Phys. J. Kleinschmidt für die Hilfe bei der Durchführung der statistischen Berechnung in der EDV-Anlage, sowie für die Unterstützung bei Diskussion und Zusammenstellung der Ergebnisse.

